

## УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СКОЛЬЗЯЩИМ ИНДЕНТОРОМ С РАЗЛИЧНЫМИ СХЕМАМИ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА НА ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕНТРЕ

В.П. Кузнецов, В.В. Воропаев

Научный руководитель: профессор, д.т.н В.П. Кузнецов

Уральский Федеральный университет

Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, 620002

Е-mail: [sen\\_vvv@mail.ru](mailto:sen_vvv@mail.ru)

Фрикционное упрочнение поверхностного слоя является перспективным термомеханическим методом обработки металлов интенсивной локализованной пластической деформацией. Формирования поверхностного слоя со стабильной твердостью после нескольких проходов инструмента является проблемой, решение которой требует обоснования схемы движения инструмента и выбора соотношения скорости вращения к скорости подачи [1].

Цель работы состоит в установлении закономерностей изменения твердости формируемого поверхностного слоя стали 20Х13 после фрикционного упрочнения при различных схемах движения вращающегося инструмента из твердого сплава IC903 (фирмы Iskar) с плоским торцом.

В работе [2] проведено исследование изменения твердости и микротвердости поверхностного слоя стали 20Х13 после фрикционного упрочнения вращающимся инструментом (рис. 1), при единичных проходах с соотношением скорости вращения к скорости подачи инструмента  $K = 2,82 \cdot 10^2 \dots 4,23 \cdot 10^2$ , получена твердость 50 HRC и микротвердость 900 HV<sub>0,025</sub>. Выявлено, что оптимальным является режим обработки со скоростью вращения инструмента  $V = 56,52$  м/мин и подачей 0,15 м/мин.

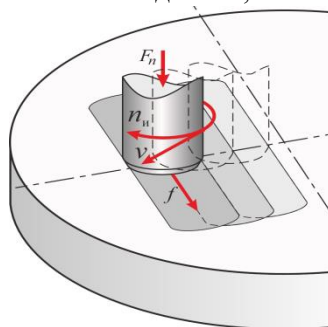


Рис. 1. Кинематическая схемы фрикционного упрочнения плоской поверхности

Для выбора схемы движения инструмента важно учитывать величину перекрытия следов инструмента для получения равномерно упрочненного поверхностного, а также направление перекрытия предыдущего следа [3].

Экспериментальное исследование фрикционного упрочнения проводилось при три схемах движения с перекрытием на половину диаметра инструмента (рис. 2), позволяющих выполнять обработку поверхности без отрыва от нее инструмента.

Фрикционная упрочняющая обработка была проведена на фрезерном обрабатывающем центре МА-600/Okuma на образцах толщиной 12 мм и диаметром 100 мм из стали 20Х13 с исходной твердостью 160–170 НВ, с оптимальным режимом обработки (рис. 3). Упрочнение обеспечивалось трением инструмента из твердого сплава IC903 с плоским торцом, диаметром рабочей части  $d=9$  мм и фаской  $0,5 \times 45^\circ$ . После обработки были произведены измерения твердости (рис. 4), начиная от середины первого прохода с шагом равным  $\frac{1}{2}$  ширины дорожки в сторону направления обработки по всей длине прохода.

Установлено, что возрастание твердости происходит к концу зоны обработки. Это обуславливается более быстрым охлаждением данных участков. Схема обработки №1 показала более стабильную твердость, что обусловлено большей длинной траектории обработки и соответственно более быстрым охлаждением. При обработке по схеме №2 на одном из проходов наблюдалось уменьшение пятна контакта, и соответственно снижение твердости на данном участке. Это обусловлено схемой движения и перемещением материала на правый край следа в сторону вращения инструмента.

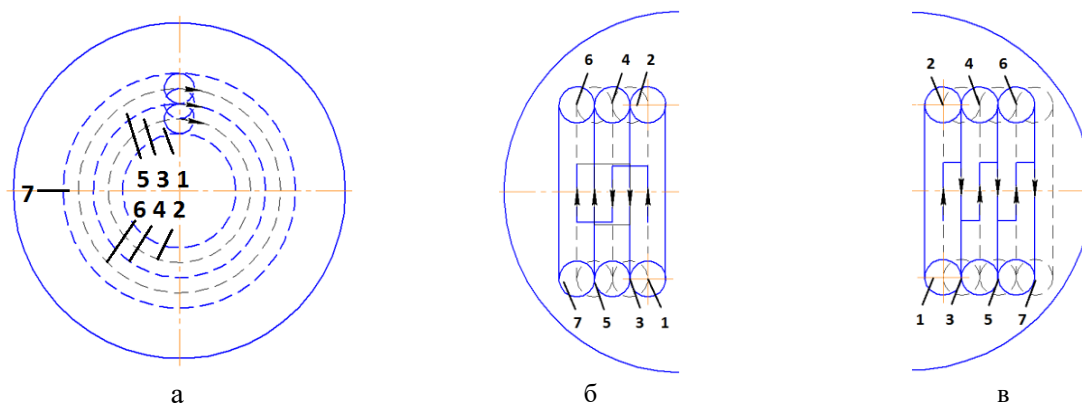


Рис. 2. Схемы движения инструмента и точки контроля твердости: а – с односторонним перекрытием (№1); б – смешанное перекрытие (№2); в – с встречным перекрытием (№3); 1...7 – точки контроля

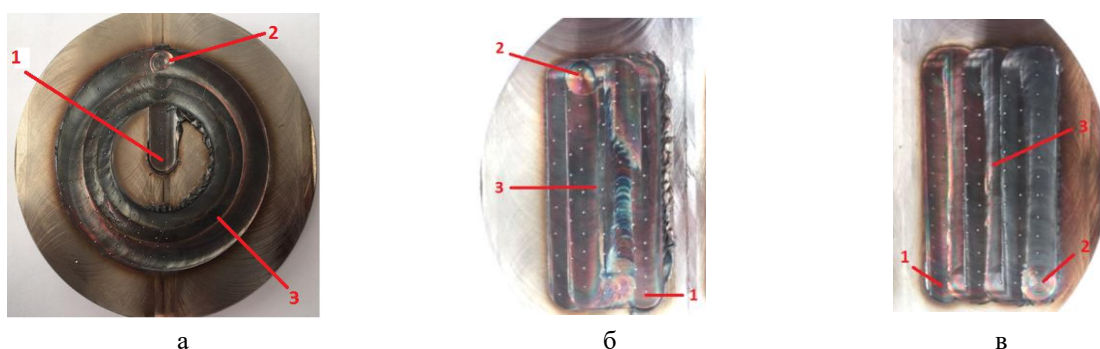


Рис. 3. Фотографическое изображение поверхностей обработанных фрикционным упрочнением с различными схемами движения (1- место входа инструмента; 2- место выхода инструмента; 3- обработанная поверхность)

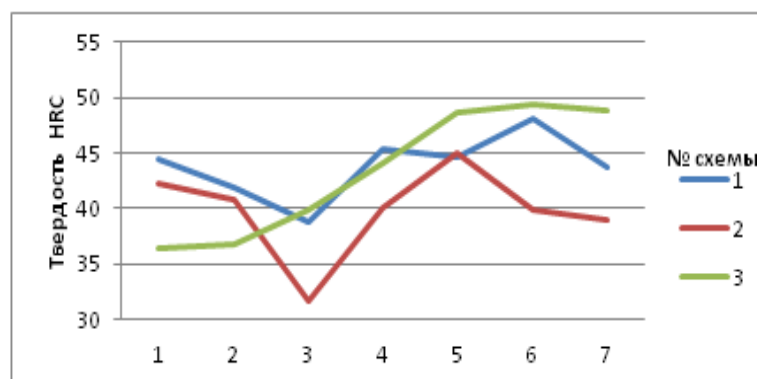


Рис. 4. Распределение средних значений твердости по обработанной поверхности

Установлено, что наиболее стабильная твердость при фрикционной обработке обеспечивается при реализации схемы №1 и составляет 38...48 HRC. Для повышения стабильности упрочнения необходимо управлять скоростью охлаждения поверхности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mishra R. S. Friction stir welding and processing / R. S. Mishra, Z. Y. Ma // Materials Science and Engineering R 50 – 2005. – с. 1 – 78. doi:10.1016/j.mser.2005.07.001.
2. Воропаев В.В. Финишная технология обработки плоской поверхности фрикционным упрочнением и тонким фрезерованием на обрабатывающем центре / В.В. Воропаев, В.П. Кузнецов, А.А. Попов // ВЕСТНИК РГТУ имени П. А. СОЛОВЬЕВА № 2 (41) с. 165–169, г. Рыбинск – 2017.
3. Miranda R. M. Surface Modification by Friction Based Processes / R. M. Miranda, J. Gandra and P. Vilaça // Additional information is available at the end of the chapter, <http://dx.doi.org/10.5772/55986>.